

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра лесных культур и мелиораций

А.С. Чиндяев  
М.А. Маевская

# **ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

## **ОСУШЕНИЕ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Методические указания  
к выполнению курсовой работы  
для студентов очной формы обучения.  
Направление 6562 – Лесное хозяйство  
и ландшафтное строительство.  
Специальности 250201 – Лесное хозяйство, 250100 – Лесное дело,  
250203 – Садово-парковое и ландшафтное строительство

Екатеринбург  
2010

Печатается по рекомендации методической комиссии ЛХФ.  
Протокол № 1 от 30 сентября 2008 г.

Рецензент – канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесных культур и мелиораций  
В.Н. Денеко

Редактор Л.Д. Черных  
Оператор Г.И. Романова

---

|                             |                   |                      |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|
| Подписано в печать 13.09.10 |                   | Поз. 61              |
| Плоская печать              | Формат 60x84 1/16 | Тираж 100 экз.       |
| Заказ №                     | Печ. л. 2,56      | Цена 13 руб. 52 коп. |

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Гидролесомелиоративный фонд Российской Федерации составляет 224 млн га, из которых около половины (108 млн га) приходится на заболоченные леса. Эта территория в той или иной мере нуждается в лесосушении.

Значительны площади гидролесомелиоративного фонда и в Свердловской области. В гослесфонде они занимают более 5,5 млн га, заболоченность которых составляет 40,5 %.

Многосторонним и высокоэффективным средством преобразования заболоченных лесов является лесосушительная мелиорация, позволяющая повысить продуктивность лесов, улучшить качество древесины, транспортно-эксплуатационные условия, естественное и искусственное возобновление леса, санитарно-гигиенические и эстетические условия.

Успех лесосушения во многом зависит от правильного проектирования осушительных систем, при котором должен использоваться опыт научно-исследовательских, проектных и производственных организаций. В данных методических указаниях излагаются методы расчетного обоснования гидролесомелиоративных мероприятий, приемы гидравлических расчетов каналов и объема земляных работ, прогноз лесоводственной эффективности лесосушения.

В соответствии с программой курса «Гидротехнические мелиорации лесных земель» для лучшего его усвоения и овладения практическими приемами решений задач гидролесомелиорации студенты выполняют курсовую работу по осушению лесных земель (прил. 1). Для этого каждому студенту выдается топооснова и индивидуальное задание по осушению участка, которое содержит необходимые для проектирования сведения (прил. 2).

Курсовая работа состоит из двух частей: графической части на листе ватмана формата А1 и пояснительной записки объемом 25-35 стр.

Графическая часть выполняется в туши и цвете по ГОСТ 21.103-78 с необходимыми основными надписями (угловой штамп) и выделенным рабочим полем листа.

Текст пояснительной записки размещается на листах писчей бумаги формата А4 и может быть выполнен рукописно или в печатном варианте (14 пт, 1,5 инт., поля 2,5 см).

## СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы.

### ВВЕДЕНИЕ

#### 1. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

- 1.1. Модуль летне-паводкового стока
- 1.2. Модуль стока талых вод
- 1.3. Бытовой модуль стока

#### 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ В ПЛАНЕ

- 2.1. Расчет проектной глубины каналов
- 2.2. Определение расстояний между осушителями
- 2.3. Размещение осушительной сети в плане
- 2.4. Продольный профиль магистрального канала

#### 3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

- 3.1. Определение ширины канала по дну
- 3.2. Определение устойчивости русла канала
- 3.3. Поперечные профили каналов

#### 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

- 4.1. Гидротехнические сооружения
- 4.2. Противопожарные и природоохранные мероприятия
- 4.3. Дорожная сеть

#### 5. ПРОИЗВОДСТВО ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ

- 5.1. Гидролесомелиоративное производство
- 5.2. Расчет объема работ и составление сметы затрат

#### 6. ОЦЕНКА ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСУШЕНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Введение

Во введении к курсовой работе должны быть приведены задачи, стоящие перед лесоводами в области лесоосушительных мелиораций, и объемы этих работ в стране.

Основное место должно быть отведено естественно-исторической характеристике объекта мелиорации, описанию ландшафта заболоченных урочищ, их рельефа, гидрографической сети, климата, почв, растительного покрова, экономики района.

Далее должен следовать вывод о необходимости проведения лесоосушительных работ и намечены пути освоения осушенных земель. Должно быть дано и описание разработанных мероприятий по осушению лесов.

## 1. Гидрологические расчеты

Задачей гидрологических расчетов является определение расчетных и поверочных расходов воды для мелиоративных каналов и сооружений. По расчетным расходам воды определяются размеры поперечных сечений водоприемников, каналов и сооружений при допустимой глубине их наполнения водой в зависимости от условий работы.

По поверочным расходам воды определяется устойчивость русел каналов против размыва и заиления; возможности затопления территории, сооружений и др.

При проектировании лесосушительных мероприятий гидрологические расчеты проводятся для следующих периодов стока:

- а) весеннее половодье;
- б) летне-осенние паводки;
- в) меженный период.

На расходы весеннего половодья рассчитываются каналы в лесах паркового значения, проверяется устойчивость русел любых каналов против размыва, рассчитываются искусственные сооружения на водоприемниках и сети.

По расходам летне-осенних паводков определяются размеры каналов в зеленых зонах городов, в лесах хозяйственного значения и труб-переездов на дорогах, пересекающих осушители.

По меженным (бытовым) расходам рассчитываются бытовые глубины наполнения каналов и минимальные скорости течения воды в них. Последние должны исключать заиление и зарастание каналов.

Размеры осушительных каналов на лесных землях устанавливаются в расчете на сброс летне-осенних паводков 25 % обеспеченности.

Рассмотрим порядок, в котором целесообразно вести гидрологические расчеты при проектировании осушительных систем.

Допустим (см. прил. 2), нужно запроектировать осушительную систему для участка леса, расположенного во Владимирской области, с площадью водосбора  $F = 200 \text{ км}^2$ . Лесистость водосбора  $f_{\text{л}} = 60 \%$ , заболоченность  $f_{\text{б}} = 6 \%$ , озерность  $f_{\text{оз}} = 8 \%$  (при  $f_{\text{оз}} < 4 \%$  влияние озер на сток не учитывается).

Для определения указанных расходов выявим предварительно расчетные значения соответствующих модулей стока.

### 1.1. Модуль летне-паводкового стока

Среднемноголетнее значение модуля летне-паводкового стока  $\bar{q}_{\text{лп}}$ ,  $\text{м}^3/\text{с км}^2$ , определяется по формуле Д.Л. Соколовского:

$$\bar{q}_{\text{л.п.в.}} = \frac{B_{25\%}}{\sqrt{F}} \delta \delta_1 \delta_2 \delta_3, \quad (1)$$

где  $F$  - площадь водосбора,  $\text{км}^2$ ;

$B_{25\%}$  - районный параметр, величина которого для лесной и лесостепной зоны европейской части России следующая:

|                   |     |     |      |    |
|-------------------|-----|-----|------|----|
| Обеспеченность, % | 50  | 10  | 2-3  | 1  |
| Параметр $B$      | 2-4 | 4-6 | 8-10 | 12 |

$\delta$  - коэффициент учета аккумуляции стока озерами и болотами, определяемый по формуле

$$\delta = 1 - 0,6 \lg (1 + f_{\text{оз}} + 0,2 f_{\text{б}}), \quad (2)$$

$\delta_1$  - коэффициент, отражающий аккумулирующую роль проницаемых лесных почв, определяемый по формуле:

$$\delta = 1 - \gamma \lg (1 + f_{\text{л}}), \quad (3)$$

где  $\gamma = 0,35$ ,

$\delta_2$  - коэффициент учета рельефа, равный для водосборов с плоским рельефом 0,5 - 0,6;

$\delta_3$  - коэффициент учета влияния формы бассейна (принимается равным 0,7).

Например:

$$\delta = 1 - 0,6 \lg (1 + 8 + 0,2 \cdot 6) = 1 - 0,6 \cdot 1,086 = 0,395;$$

$$\delta_1 = 1 - 0,35 \cdot \lg (1 + 60) = 1 - 0,35 \cdot 1,785 = 0,375;$$

$$\delta_2 = 0,5;$$

$$\delta_3 = 0,7;$$

$$B_{25\%} = 3,25-4,5.$$

$$\bar{q}_{\text{л.п.}} = \frac{4,5}{\sqrt{200}} \cdot 0,395 \cdot 0,375 \cdot 0,5 \cdot 0,7 = 0,016 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2.$$

Модуль стока  $P\%$  обеспеченности определяется по формуле

$$q_{\text{л.п.р.}\%} = K_{\text{р}\%} \bar{q}_{\text{л.п.}} \quad (4)$$

Для расчета модульного коэффициента 25%-й обеспеченности  $K_{25\%}$  необходимо располагать численными значениями коэффициента вариации  $C_v$  и коэффициента асимметрии годового стока  $C_s$ .

Коэффициент вариации  $C_v$  зависит от зонального расположения области осушения (прил. 3). При определении дождевых максимумов стока обычно принимают

$$C_s = 4C_v.$$

Значение модульного коэффициента  $K_{\text{р}\%}$  в общем случае устанавливается по формуле

$$K_{\text{р}\%} = \Phi_{\text{р}\%} \cdot C_v + 1, \quad (5)$$

где  $\Phi_{p\%}$  - отклонение ординаты кривой обеспеченности от середины для соответствующего коэффициента  $C_s$ .

Эти отклонения пропорциональны  $C_s$  и при осушении лесных земель рассчитываются на 25%-ю обеспеченность (прил. 4).

Итак,  $C_v = 0,35$ ;

$$C_s = 4 \cdot C_v = 0,35 \cdot 4 = 1,40;$$

$$\Phi_{25\%} = 0,49;$$

$$K_{25\%} = 0,49 \cdot 0,35 + 1 = 1,172;$$

$$q_{л.п.25\%} = \bar{q}_{л.п} K_{25\%} = 0,016 \cdot 1,17 = 0,019 \text{ м}^3/\text{с км}^2.$$

Расчетный расход летне-паводковых вод будет равен

$$Q_{л.п. 25\%} = q_{л.п. 25\%} F = 0,019 \cdot 200 = 3,8 \text{ м}^3/\text{с}.$$

## 1.2. Модуль стока талых вод

Модуль стока талых вод вычисляются по формуле Д.Л. Соколовского:

$$\bar{q}_{т.в.} = 2,78 a \sigma \alpha \delta \delta_1 + q_0, \quad (6)$$

$a$  - среднемаксимальная интенсивность снеготаяния, эквивалентная средней величине элементарного максимального стока  $A_{50}$ , мм/ч, для Северо-запада европейской части и Центрального района России  $a = 2 \dots 4$  мм/ч; Урала – 4 мм/ч; для Крайнего Севера и Северо-Востока  $a = 4 \dots 8$  мм/ч;

$\sigma$  - коэффициент стока; для талых вод  $\sigma = 0,5$ ;

$\alpha$  - коэффициент редукции, учитывающий снижение стока с 1 км<sup>2</sup> площади водосбора по мере ее увеличения (определяется методом интерполяции для соответствующей площади).

|                                    |      |      |      |      |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| Площадь водосбора, км <sup>2</sup> | 1    | 10   | 100  | 1000 |
| Коэффициент редукции               | 0,98 | 0,81 | 0,49 | 0,25 |

$\delta$  и  $\delta_1$  - имеют прежние значения;

$q_0$  - модуль стока грунтовых вод, изменяющийся в пределах от 0,02 л/с · га у южной границы лесной зоны до 0,05 л/с · га у ее северной границы.

Половодный модуль стока  $P\%$ -й обеспеченности  $q_{т.в. п. 25\%}$  равен произведению:

$$q_{т.в.25\%} = K_{25\%} q_{т.в.},$$

где  $K_{25\%}$  - модульный коэффициент стока талых вод, определенный по формуле (5).

Между коэффициентами асимметрии  $C_s$  и вариации  $C_v$  характеристик весенних половодий чаще всего существует соотношение

$$C_s = 2 C_v.$$

Например:

$$a = 3,0 \text{ мм/ч};$$

$$\alpha = 0,48;$$

$$\sigma = 0,5;$$

$$\delta = 0,395;$$

$$\delta_1 = 0,375;$$

$$q_0 = 0,03 \text{ л/с} \cdot \text{га}.$$

$$\bar{q}_{\text{т.в.}} = 2,78 \cdot 0,5 \cdot 0,48 \cdot 0,375 \cdot 0,395 + 0,03 = 0,33 \text{ л/с} \cdot \text{га}.$$

$$C_v = 0,35; \quad C_s = 2 \cdot 0,35 = 0,70; \quad \Phi_{25\%} = 0,59.$$

$$K_{25\%} = \Phi_{25\%} \cdot C_v + 1 = 0,59 \cdot 0,35 + 1 = 1,21.$$

$$q_{\text{т.в.} 25\%} = \bar{q}_{\text{л.п.}} \cdot K_{25\%} = 0,33 \cdot 1,21 = 0,40 \text{ л/с} \cdot \text{га} \text{ или } 0,04 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2.$$

Расчетный расход талых вод будет равен:

$$Q_{\text{т.в.} 25\%} = q_{\text{т.в.} 25\%} \cdot F = 0,040 \cdot 200 = 8,0 \text{ м}^3/\text{с}.$$

### 1.3. Бытовой модуль стока

Бытовой модуль стока не зависит от водосборной площади и колеблется от 0,02 до 0,05 л/с·га. Меньшие модули принимаются для более южных районов, большие - для северных районов и водосборов с грунтовым питанием.

При осушении лесных земель бытовой модуль стока обычно приравнивается к модулю стока грунтовых вод  $q_0$ .

Например, для Владимирской области:

$$q_{\text{быт}} = q_0 = 0,03 \text{ л/с} \cdot \text{га} \text{ или } 0,003 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2.$$

Расчетный расход бытовых вод составит:

$$Q_{\text{быт}} = q_{\text{быт}} \cdot F = 0,003 \cdot 200 = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}.$$

## 2. Проектирование осушительной сети в плане

### 2.1. Расчет проектной глубины каналов

Существенными морфометрическими элементами любого осушительного канала является *проектная глубина* ( $T_{\text{пр}}$ ), которую придает ему при подготовке канавокопатель или экскаватор, и *установившаяся глубина* ( $T_{\text{уст}}$ ), которую принимает канал после осадки торфа (рис. 1, 2).



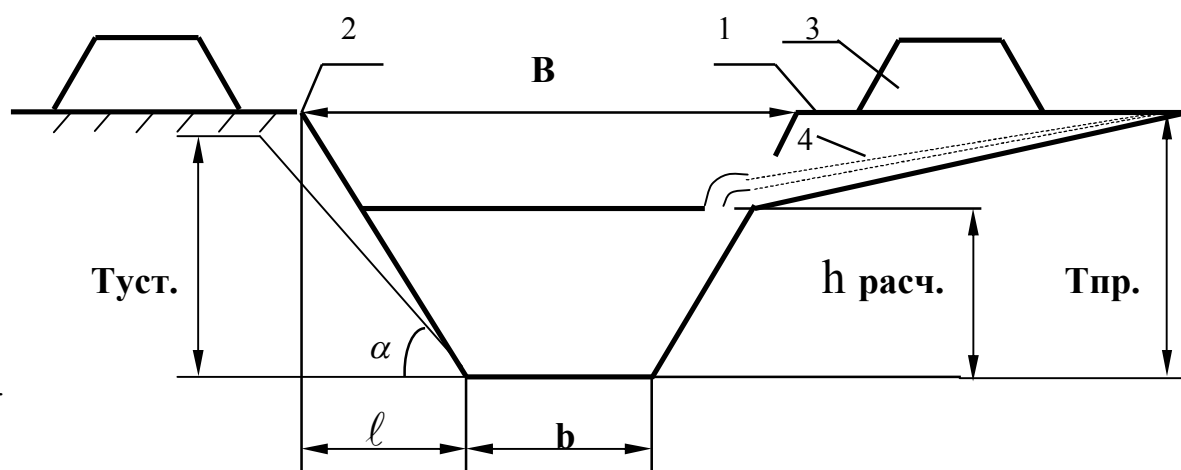


Рис. 1. Поперечный профиль канала: 1 – берма; 2 – бровка; 3 – кавальер; 4 – воронка. Т – глубина канала; b – ширина по дну; В – ширина по верху;  $\ell$  – заложение откоса; h расч. – горизонт воды в канале

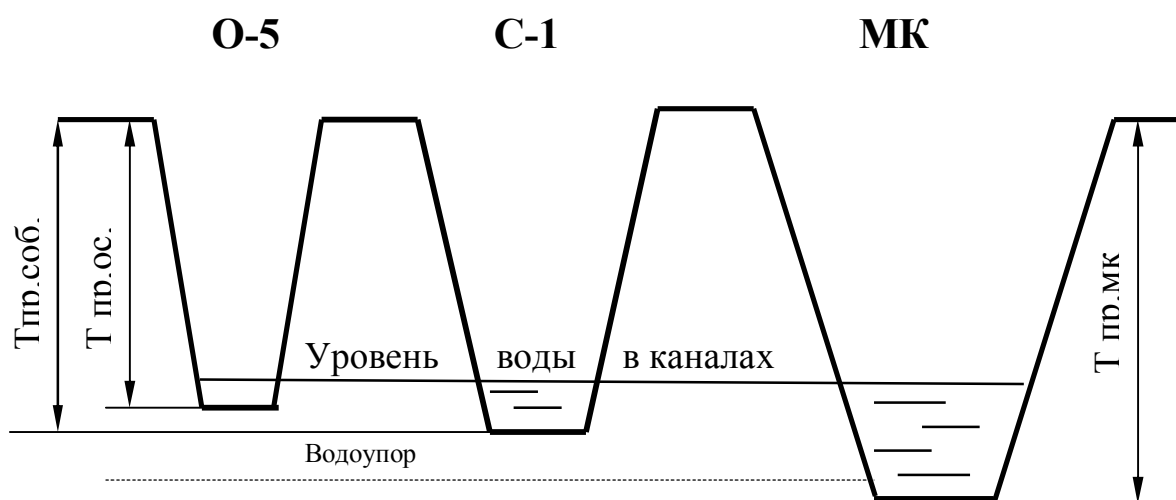


Рис. 2. Сопряжение каналов в вертикальной плоскости

Рекомендуемые [1, 2] значения установившейся глубины осушителей при разной первоначальной мощности торфяной залежи приведены в табл. 1. Там же *ориентировочно* указаны соответствующие значения проектной глубины осушителей.

Таблица 1

Значения установившейся и проектной глубины осушителей  
(минимальные), м

| Мощность торфа | Установившаяся глубина | Проектная глубина |
|----------------|------------------------|-------------------|
| 0,10 – 0,50    | 0,8-0,9                | 0,9-1,0           |
| От 0,5 до 1,3  | 1,0                    | 1,2               |
| Более 1,3      | 1,0–1,2                | 1,3               |

При проектировании глубины осушителей учитывается осадка торфа, поэтому и глубина каналов проектируется больше на величину осадки. Если под торфом глубиной до 1,3 м залегает песок, целесообразно дно осушителей проектировать в песке, что увеличит поступление воды в канаву; если под торфом залегает глина, рекомендуется дно осушителей углубить на 0,1-0,2 м, что уменьшит зарастание дна и откосов.

Проектную глубину осушителей определяют по формуле

$$T_{пр.ос} = m \cdot T_{уст},$$

где  $m$  – коэффициент, зависящий от типа болота и плотности торфа (табл. 2).

Таблица 2

Показатели осадки торфа  $m$

| Тип болота                  | Плотность торфа |               |                 |        |
|-----------------------------|-----------------|---------------|-----------------|--------|
| Низинный                    | 1,2             | 1,25          | 1,35            | 1,50   |
| Верховой                    | 1,3             | 1,40          | 1,50            | 1,65   |
| Степень разложения торфа, % | Более 35        | 25 - 35       | 15 - 25         | до 15  |
| Торф                        | Плотный         | Менее плотный | Довольно рыхлый | Рыхлый |

Определение проектной глубины осушителя выполняется двумя способами в зависимости от мощности торфа.

**Пример 1.** Мощность торфа равна 2,0 м. Глубину канала после осадки торфа принимаем  $T_{уст} = 1,1$  м (а значит, весь канал располагается в торфе). Болото верхового типа. Торф плотный,  $m = 1,3$ .

$$T_{пр.ос} = 1,3 \cdot 1,1 = 1,43 \approx 1,4 \text{ м.}$$

Проектная глубина собирателей  $T_{пр.соб}$  проектируется на 0,2 м больше  $T_{пр.ос}$  в торфяных грунтах, и на 0,1 м – в минеральных.

$$T_{пр.соб} = 1,4 + 0,2 = 1,6 \text{ м.}$$

Проектная глубина магистрального канала  $T_{пр.м.к}$  проектируется больше  $T_{пр.соб}$ . на 0,3 м в торфе и на 0,2 м – в подстилающем грунте.

$$T_{пр.м.к} = 1,6 + 0,3 = 1,9 \text{ м.}$$

Для дальнейших расчетов необходимо знать глубину канала после осадки торфа  $T_{уст.м.к.}$ :

$$T_{уст.м.к.} = T_{пр.м.к.} / m = 1,9 / 1,3 = 1,4 \text{ м.}$$

$$\text{Осадка торфа составит: } 1,9 - 1,4 = 0,5 \text{ м.}$$

**Пример 2.** Мощность торфа равна 0,6 м. Торф низинный со степенью разложения 55 %,  $m = 1,2$ ,  $T_{уст.ос} = 1,0$  м.

В этом случае 0,6 м глубины канала расположено в торфе и 0,4 м - в минеральном грунте. В результате осушения осадку дает только слой торфа в 0,6 м (см. рис. 1). Определим мощность слоя торфа после его осадки:

$$\text{Туст.торфа} = T_t / m = 0,6 / 1,2 = 0,5 \text{ м.}$$

т.е. осадка торфа составляет:  $0,6 - 0,5 = 0,1$  м.

На эту величину увеличиваем глубину канала и получаем

$$T_{\text{пр.ос}} = T_{\text{уст.ос}} + 0,1 \text{ м} = 1,0 + 0,1 = 1,1 \text{ м.}$$

Таким образом, часть канала 0,6 м расположится в торфе и остальная часть 0,5 м - в минеральном грунте.

Определяем проектную глубину каналов проводящей сети:

$$T_{\text{пр.соб}} = 1,1 + 0,1 = 1,1 + 0,1 = 1,2 \text{ м.}$$

$$T_{\text{пр.мк}} = 1,2 + 0,2 = 1,2 + 0,2 = 1,4 \text{ м.}$$

$$T_{\text{уст.мк}} = T_{\text{пр.мк}} - \text{осадка торфа.}$$

$$T_{\text{уст.мк}} = 1,4 - 0,1 = 1,3 \text{ м.}$$

## 2.2. Определение расстояний между осушителями

Расстояние между осушителями устанавливается по прил. 6, по максимальной рентабельности системы, причем в лесах 1-й – 2-й групп расстояние принимается, исходя из максимальной продуктивности насаждения после осушения. Расчет проводится на основе базового варианта для конкретного региона и участка мелиорации в соответствии с его почвенно-грунтовыми, лесорастительными и гидрологическими условиями в зависимости от планируемой конечной эффективности мелиорации.

При определении расстояний между осушителями допустима корректировка расстояний на основе расчета по местным нормам осушения, а также с учетом местного опыта.

Для рассматриваемого нами примера (см. прил. 2) при мощности слоя торфа более 1 м (2,0 м) и сфагновом типе леса, расстояние базового варианта, отвечающее максимальной рентабельности, при установившейся глубине 1,0 м составит 110 м (см. прил. 5, верховой тип заболачивания).

Поправочный зональный коэффициент  $K_{\text{ос}} = 0,94$  (Владимирская область – центральный район, прил. 6).

Базовое расстояние между осушителями определено для установившейся глубины осушителя, равной 1,0 м. При другой глубине осушителя ( $T_{\text{уст.ос.}}$ ), принятой по табл. 1 вводится поправочный коэффициент по прил. 7.

Например, при мощности торфа, равной 2,1 м установившуюся глубину канала приминаем  $T_{\text{уст.ос.}} = 1,2$  м (см. табл. 1), поправка составит 1,11 (прил. 7). Расстояние между каналами регулирующей сети составит

$$L = 110 \cdot 0,94 \cdot 1,11 = 114,77 \approx 115 \text{ м.}$$

Через такое расстояние и размещаются осушители на плане, согласуясь с его масштабом (рис. 3).

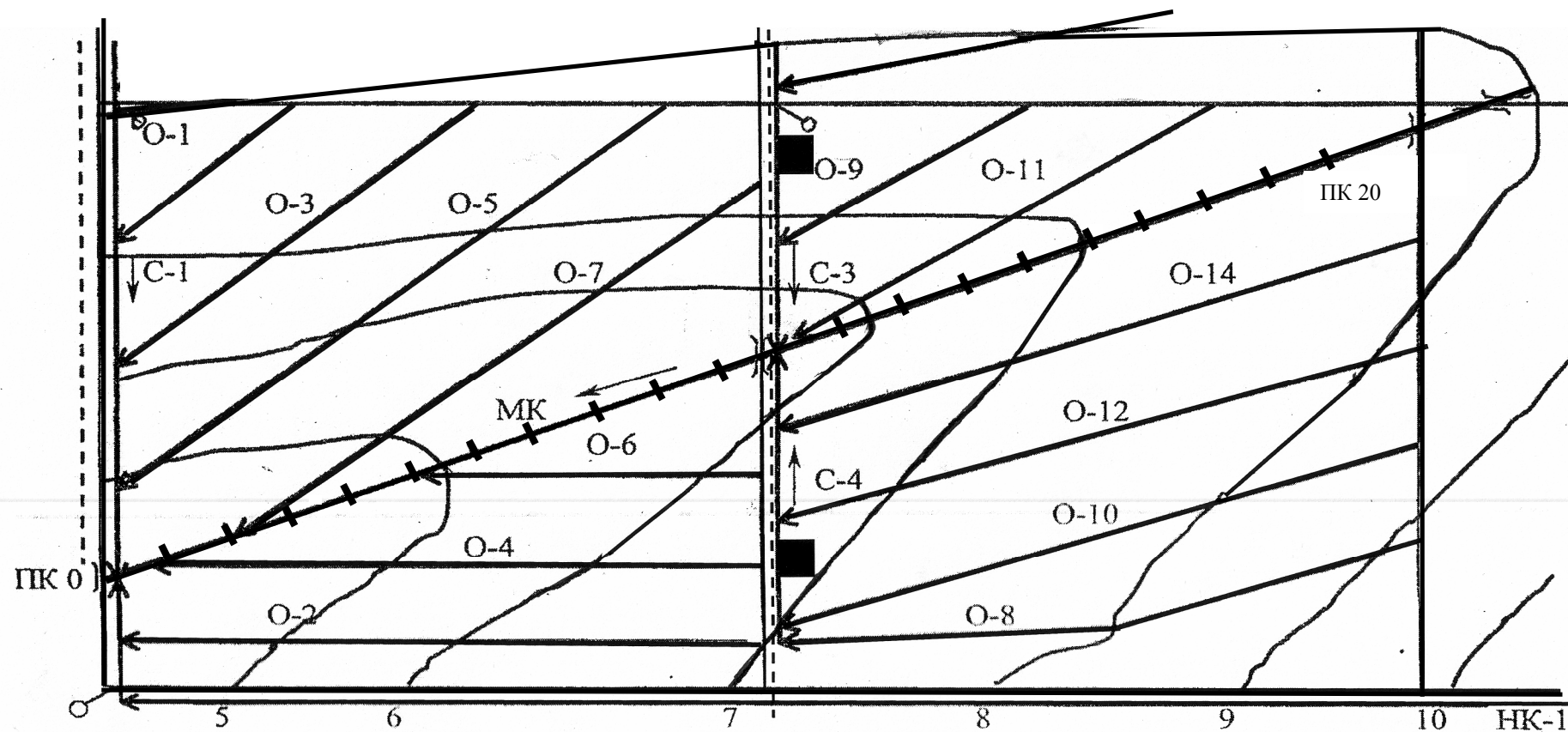


Рис. 3. Расположение осушительной системы на плане: МК – магистральный канал, С – транспортирующий собиратель, О – осушитель, НК – нагорный канал,  $\varnothing$  – труба-переезд, - - - - - дорога,  $\equiv$  – мост; ■ – противопожарный водоем

### 2.3. Размещение осушительной сети в плане

Осушение лесных земель проводится преимущественно сетью открытых самотечных каналов. Осушительная система состоит из следующих элементов:

- регулирующая сеть (осушители, тальвеговые каналы, борозды);
- проводящая сеть (транспортирующие собиратели, магистральные каналы);
- ограждающая сеть (нагорные, ловчие каналы);
- водоприемники (реки, крупные ручьи, озера);
- гидротехнические сооружения на регулирующей, проводящей и ограждающей сетях;
- дорожная сеть с транспортными устройствами;
- противопожарные и природоохранные устройства (биотехнические мероприятия);
- осушаемые земли.

Расположение открытой осушительной сети в плане определяется:

- типом леса, характером почв и подстилающих грунтов;
- типом и интенсивностью водного питания;
- рельефом и конфигурацией осушаемого участка;
- дорогами, квартальными просеками, расположением сооружений.

Порядок проектирования мелиоративной сети следующий:

- анализируют рельеф участка осушения и намечают расположение основных элементов системы с учетом максимального использования тальвеговых понижений и существующих водотоков;
- увязывают плановое положение каналов с дорогами и просеками;
- составляют продольные профили на каналы;
- рассчитывают гидрологические и гидравлические расчеты;
- подбирают типовые гидротехнические сооружения, транспортные, противопожарные и природоохранные устройства;
- намечают производство гидrolесомелиоративной системы и рассчитывают смету затрат.

Назначение и индексация элементов осушительной сети должны приниматься по табл. 3.

При проектировании планового положения *регулирующей сети* (рис. 3) необходимо руководствоваться следующими основными положениями:

а) трассы регулирующей сети, по возможности, должны быть проложены вблизи существующих просек и дорог;

б) расположение регулирующей сети должно обеспечить поступление в каналы избыточных вод в наибольшем количестве и по кратчайшему пути. Для наиболее полного перехвата поверхностных и грунтовых вод каналы регулирующей сети должны быть расположены под острым углом к горизонталям рельефа или гидроизогипсам. В последнем случае регулирующая сеть перехватывает и поток грунтовых вод;

Таблица 3

## Наименование и индексы элементов осушительной сети

| Элементы сети  | Индексы и нумерация  | Назначение элементов сети   |
|--|----------------------|---|
| <i>Регулирующая сеть</i>   |                      |   |
| Осушители  | 0-1, 0-2 и т.д.      | Своевременно понижать уровень почвенно-грунтовых вод и отводить их в проводящую сеть  |
| Тальвеговые каналы, борозды  | Тг-1 и т.д.          | Ускорить поверхностный сток   |
| <i>Ограждающая сеть</i>  |                      |   |
| Нагорные каналы  | Нг-1, Нг-2 и т.д.    | Перехватывать поверхностные воды, притекающие на осушаемую территорию с прилегающего водосбора, и отводить их в проводящую сеть |
| Ловчие каналы  | Л-1, Л-2 и т.д.      | Перехватывать притекающие на осушаемую территорию грунтовые воды и отводить их в проводящую сеть                                |
| <i>Проводящая сеть</i>   |                      |   |
| Транспортирующие собиратели  | С-1, С-2 и т.д.      | Отводить воды, собранные из регулирующей сети, в магистральные каналы или непосредственно в водоприемник                        |
| Магистральные каналы   | Мк-1 и т.д.          | Отводить воды, собранные с осушаемой территории непосредственно в водоприемник  |
| <i>Водоприемники</i>   |                      |   |
| Реки-водоприемники, озера, крупные ручьи, водохранилища, балки, овраги | Собственное название | Обеспечить прием воды из магистральных каналов и оградительной сети   |

*Примечание.* Нумерация начинается от устья принимающего канала; каналы, впадающие справа по течению, нумеруются четными, а слева – нечетными цифрами.

в) сопряжение каналов регулирующей сети с собирателями в плане проводится под углом 60-90°;

г) следует стремиться проектировать двухстороннее впадение регулирующей сети в проводящие каналы;

д) тальвеговые каналы должны располагаться по самым низким местам: по ложбинам, лощинам, низинам;

е) каналы регулирующей сети должны быть параллельны между собой, а длина их, как правило, составлять от 500 до 1500 м в зависимости от условий рельефа, расстояний между собирателями. Минимальная длина осушителей может быть в отдельных случаях равна 200-300 м. Во всех случаях следует стремиться проектировать осушители в пределах квартала (чтобы они не пересекали квартальные просеки).

*Проводящие каналы* должны обеспечивать удаление избытка воды с осушаемых участков без затопления их в вегетационный период и пропускать расчетные расходы воды ниже бровок берега.

При проектировании проводящих каналов следует руководствоваться следующими основными положениями:

а) проводящую сеть необходимо располагать по самым низким отметкам поверхности земли с наибольшими глубинами торфа;

б) каналы следует проектировать так, чтобы глубина торфа увеличивалась к устью;

в) проводящая сеть должна обеспечивать сброс воды с территории участка по кратчайшему пути, иметь прямолинейное размещение с возможно меньшим количеством пересечений с дорогами, коммуникациями, линиями связи и электропередач;

г) на участках без лощин и тальвеговых понижений проводящая сеть проектируется в зависимости от удобства размещения в плане регулирующей сети;

д) сопряжение собирателей с магистральными каналами рекомендуется проводить под углом не более  $60-80^{\circ}$  или проектировать закругления радиусом  $> 10B$  ( $B$  – ширина канала по верху);

е) углы поворота магистрального канала должны быть тупыми (более  $90^{\circ}$ ). Сопряжение его с водоприемником проектируется под углом  $45-60^{\circ}$ . При большем угле проектируется закругление.

*Нагорные каналы* проектируются по границе осушаемого участка под острым углом к горизонталям. Для ограждения осушаемого участка от притока грунтовых или грунтово-напорных вод проектируется нагорно-ловчие, ловчие каналы.

## 2.4. Продольный профиль магистрального канала

Наглядное представление о положении любого канала во врезаемом грунте дает продольный профиль канала. Также на продольном профиле проектируются уклоны дна канала.

При выполнении курсовой работы студентами вычерчивается продольный профиль магистрального канала. Строится он на основании горизонталей плана, вычерчивается на миллиметровой бумаге в масштабе: горизонтальный - 1:10000, вертикальный - 1: 100 (рис. 4).

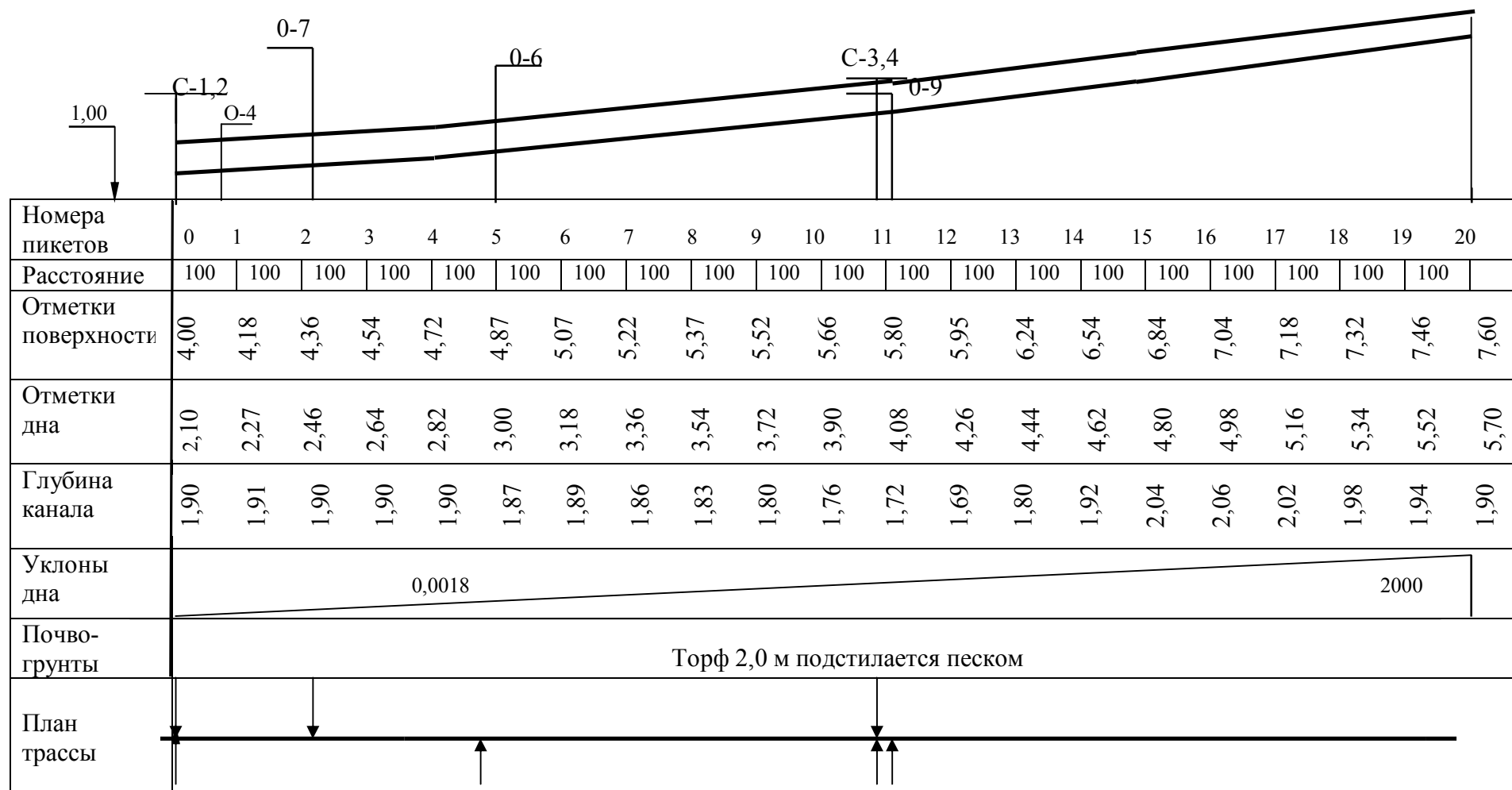


Рис. 4. Продольный профиль МК  
 Масштабы: вертикальный 1:100; горизонтальный 1:10000



Для построения профиля надо знать проектную глубину каналов, допустимые уклоны дна (для проводящей сети от 0,0003 до 0,005) и отметки поверхности по оси каналов.

Отметки поверхности по оси канала вычисляют по отметкам горизонталей. Для этого на плане, по оси канала (для которой строится профиль), разбивают пикеты через 100 м, начиная от устья.

По отметкам горизонталей вычисляют отметки поверхности на каждом пикете с точностью до 0,01 м. Отметки пикетов, расположенных между горизонталями, вычисляют интерполяцией.

Отметки поверхности откладывают в выбранном масштабе вверх от верхней графы (линии). При этом отметку этой линии принимают условно так, чтобы ординаты профиля имели высоту 6-12 см. Когда отложены отметки всех пикетов, полученные линии соединяют прямыми линиями.

После этого проектируют дно канала. Оно, по возможности, должно иметь по всей длине одинаковый уклон. В то же время важно, чтобы глубина на отдельных пикетах как можно меньше (на  $\pm 0,3$  м) отличалась от проектной глубины. Если профиль поверхности по оси канала резко изменяется по длине, то приходится разбивать его на несколько частей и для каждой выделенной части дно проектируется отдельно, то есть с разными уклонами.

Отметки дна на крайних пикетах определяют, вычитая из отметок поверхности глубину канала. Для вычисления отметок дна остальных пикетах значение уклона дна умножают на расстояние между пикетами, и полученную величину прибавляют к отметке предыдущего пикета. Вычисленные отметки дна и уклоны дна записываются в соответствующие графы. Отметки определяют с точностью до 0,01 м, уклоны - до двух значащих цифр. По разности отметок поверхности земли и дна находится глубина канала на каждом пикете.

При очень больших уклонах поверхности земли по оси канала проектируют перепады в виде наклонных лотков (уступов) высотой до 1 м или быстротоки в виде наклонных лотков с уклоном 0,1. Перепады и быстротоки укрепляются плетнем, жердями, досками и др.

Продольные профили вычерчивают в цвете: проектные линии (дно канала, отметки дна, уклоны, глубина канала, сооружения) - красным, вода - синим, а все остальное - черным цветом.

### **3. Гидравлические расчеты**

Гидравлические расчеты выполняются для определения размеров поперечных сечений каналов, проверки их устойчивости против размыва и заиления, для определения горизонтов воды в каналах разного порядка.

Для выполнения гидравлического расчета любого канала должны быть заранее установлены:

- расчетные расходы воды (принимаются на основе гидрологических расчетов);
- форма поперечного сечения канала (с соответствующими коэффициентами откосов);
- уклоны его дна согласно продольному профилю;
- расчетное положение горизонта воды в канале  $h_p$  относительно его бровок.

### 3.1. Определение ширины канала по дну

#### *Коэффициенты откосов*

Проектирование поперечного профиля каналов мелиоративной сети предполагает обоснование формы и размеров поперечного сечения. Для каналов регулирующей, а также проводящей и оградительной сетей (не рассчитываемых гидравлически) принимается трапецидальная форма сечения. Крутизну заложения откосов  $m$  выражают отношением горизонтальной проекции откоса  $l$  к его вертикальной проекции  $T$  (см. рис. 2).

$$m = \text{Ctg} \alpha = \frac{l}{T},$$

где  $l$  - заложение откоса, м;

$T$  - глубина канала, м.

Коэффициенты устойчивых откосов в зависимости от типа грунта и категории каналов приведены в прил. 8.

1. При мощности торфа более 50 % глубины канала допускается проектирование откосов по торфяному грунту, а при мощности торфа до 50 % - по минеральному (за исключением песчаных грунтов, где откосы проектируются по подстилающему грунту при заглублении в него канала более чем на 25 см).

2. Для каналов, проходящих в мелкозернистом песке, коэффициенты откосов даны для надводной части, подводная часть требует крепления.

3. Для каналов в лесопарковой зоне коэффициент заложения откосов принимается по наибольшему значению.

В курсовом проекте необходимо подобрать коэффициенты откосов для всех типов каналов.

#### *Расчетный горизонт воды в каналах*

В лесах хозяйственного значения при расчете каналов на пропуск расходов летних паводков глубина наполнения каналов  $h_p$  принимается на 0,2 - 0,4 м меньше их установившихся глубин.

Для нашего примера (см. расчет Туст.м.к в разд 2.1.).

$$h_{p.m.k} = \text{Туст.м.к} - 0,2 = 1,4 - 0,2 = 1,2 \text{ м}$$

Суть гидравлического расчета состоит в подборе поперечного сечения канала, обеспечивающего безопасный пропуск заданного расчетного расхода. В связи с тем, что глубина канала является в данном случае заданной, подбирается необходимая ширина канала.

Чтобы сократить до минимума вычисления, необходимо, пользуясь формулой

$$K_{Q \text{ расч}} = \frac{Q_{\text{л.п } 25\%}}{\sqrt{i}}, \quad (7)$$

установить предельное расчетное значение расходной характеристики канала  $K_{Q \text{ расч}}$ .

В частности, для нашего примера  $Q_{\text{л.п } 25\%} = 3,8 \text{ м}^3/\text{с}$ , уклон  $i = 0,0018$  (берется на продольном профиле для ПКО).

$$K_{Q \text{ расч}} = \frac{3,8}{\sqrt{0,0018}} = 90 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для определения ширины канала по дну **b** строится график зависимости расходной характеристики  $K_{Q \text{ расч}}$  от ширины канала по дну **b**. Для этого вычисляются и в специальной таблице (табл. 4) фиксируются значения  $\chi$ ,  $R$ ,  $C$  и  $K_Q$ , соответствующие ряду произвольно выбранных значений **b**.

В основе расчета - уравнение равномерного движения жидкости:

$$Q = \omega C \sqrt{R i}, \quad (8)$$

где  $Q$  - расчетный расход;  $Q = Q_{\text{л.п } 25\%}$ ;

$\omega$  - площадь живого сечения потока в канале,  $\text{м}^2$ ,

$$\omega = (b + m h_p) h_p; \quad (9)$$

$m$  - коэффициент заложения откоса, примем  $m = 1$ ;

$C$  - скоростной коэффициент формулы Шези, определяется по формуле акад. Н.Н. Павловского (приближенно берется по прил. 9);

$n$  - коэффициент шероховатости (для свежевырытых каналов берется в пределах 0,025-0,030);

$R$  - гидравлический радиус потока воды в канале,  $\text{м}$ ;

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (10)$$

$\chi$  - смоченный периметр канала,  $\text{м}$ ;

$$\chi = b + 2 h_p \sqrt{1 + m^2}, \quad (11)$$

Согласно графику  $K_Q = f(b)$  (рис. 5) – магистральный канал на нулевом пикете, где расходная характеристика канала  $K_{Q \text{ расч}} = 90 \text{ м}^3/\text{с}$ , должен иметь ширину по дну **b**, при которой расходная характеристика канала  $K_Q$  превысит значение  $K_{Q \text{ расч}}$ .

$$K_Q = \omega C \sqrt{R}. \quad (12)$$

Таблица 4

Расчет ширины канала по дну при  $h_p = 1,2$  м;  $m = 1$ ;  $n = 0,030$

|   |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|
| <b>b, м</b>                               | 0     | 1,0   | 2,0   |
| <b><math>\chi</math>, м<sup>2</sup></b>   | 3,38  | 4,38  | 5,38  |
| <b><math>\omega</math>, м<sup>2</sup></b> | 1,44  | 2,64  | 3,84  |
| <b>R, м</b>                               | 0,43  | 0,60  | 0,71  |
| <b>C</b>                                  | 26,5  | 29,2  | 30,5  |
| <b><math>K_Q</math>, м<sup>3</sup>/с</b>  | 25,02 | 59,71 | 98,69 |

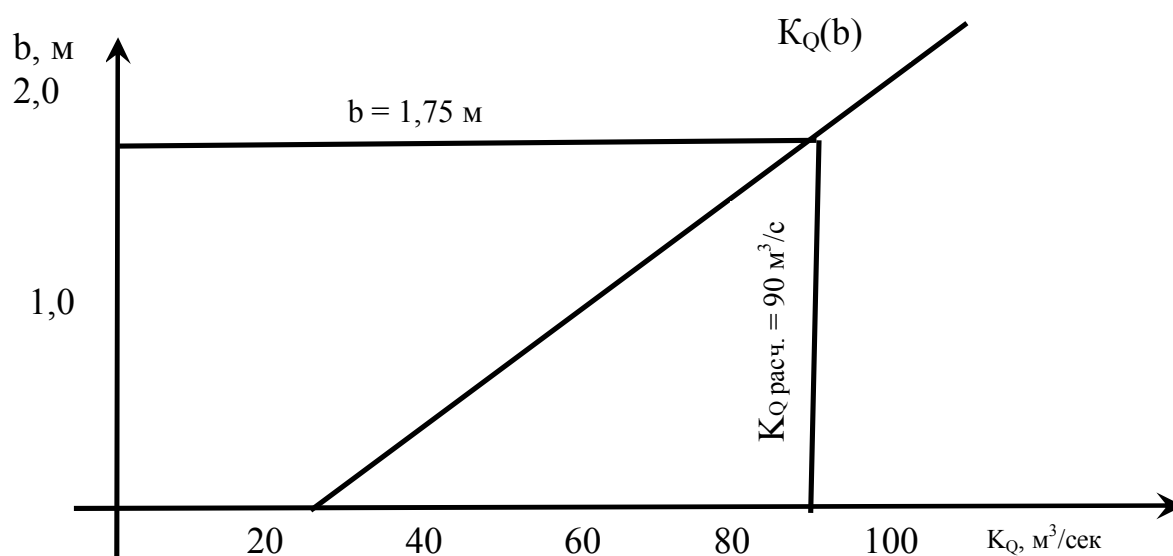


Рис. 5. График зависимости расходной характеристики канала  $K_Q$  от ширины по дну  $b$ :  $K_{Q\text{расч}} = 90$  м<sup>3</sup>/с;  $b = 1,75 \approx 1,80$  м

Может оказаться, что уже при  $b = 0$ ,  $K_Q$  будет больше  $K_{Q\text{расч}}$ , т.е. - канал треугольного сечения. Учитывая, что мелиоративным каналам треугольную форму поперечного сечения не придают, следует в таких случаях принимать минимальную стандартную ширину по дну магистрального канала, равную 0,5 м. В рассматриваемом примере ширина магистрального канала по дну составила 1,8 м.

Ширину по дну осушителей принимают равной 0,4 м без расчета, а гидравлически не рассчитываемых собирателей - 0,4- 0,6 м.

### 3.2. Определение устойчивости русла канала

Глубины наполнения канала при разных расходах устанавливаются по кривым расходов  $Q = f(h)$ , показывающим пропускную способность канала при разном его наполнении.

Для построения кривой расходов вычисляют координаты нескольких ее точек с таким расчетом, чтобы превысить  $Q_{т.в} 25\%$  или Туст.м.к Результаты вычислений сводятся в табл. 5, по данным которой строится график.

Таблица 5

Расчет наполнения канала водой при  $b = 1,8$  м;  $m = 1$ ;  $n = 0,30$ ;  $i = 0,0018$

|                           |      |      |      |      |      |       |
|---------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| $h_p$ , м                 | 0,15 | 0,30 | 0,50 | 1,0  | 1,5  | 2,0   |
| $\chi$ , м                | 2,22 | 2,65 | 3,21 | 4,62 | 6,03 | 7,44  |
| $\omega$ , м <sup>2</sup> | 0,29 | 0,63 | 1,15 | 2,80 | 4,95 | 7,60  |
| $R$ , м                   | 0,13 | 0,24 | 0,36 | 0,61 | 0,82 | 1,02  |
| $C$                       | 18,7 | 22,5 | 25,2 | 29,3 | 31,6 | 33,5  |
| $Q$ , м <sup>3</sup> /с   | 0,08 | 0,29 | 0,72 | 2,72 | 6,01 | 10,90 |

По графику зависимости (рис. 6) определяется глубина наполнения канала водой  $h_{р.быт.в}$  при пропуске бытовых и талых вод  $h_{р.т.в}$  по соответствующим расходам.

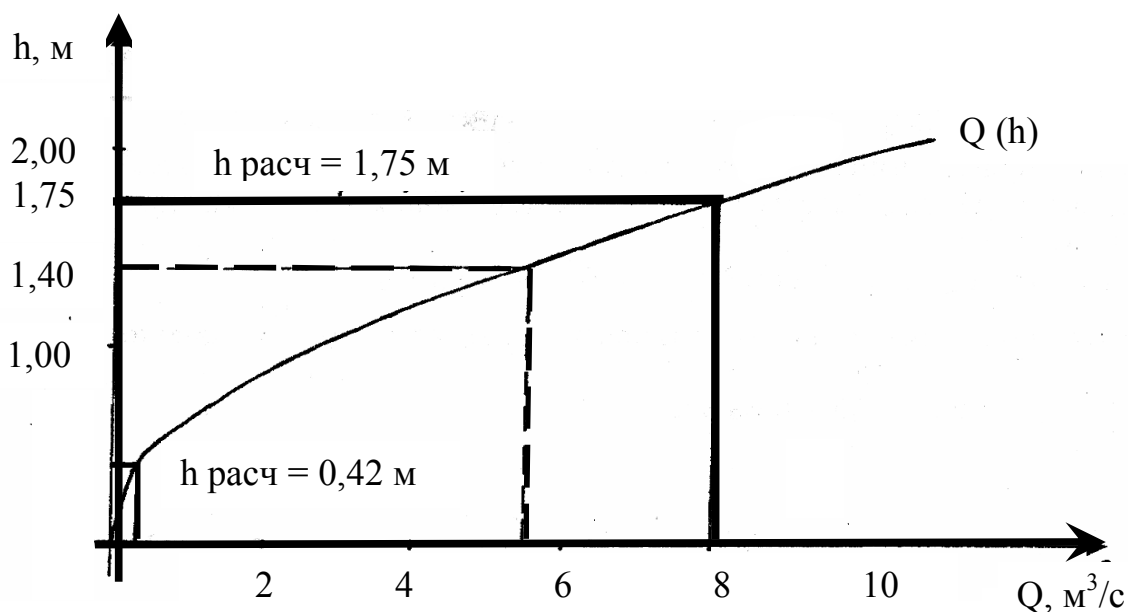


Рис. 6. Кривая расходов  $Q = f(h)$ :  
 $Q_{быт.в} = 0,6$  м<sup>3</sup>/с;  $h_{р.быт.в} = 0,42$  м  $\approx 0,4$  м;  
 $Q_{т.в} = 8$  м<sup>3</sup>/с;  $h_{р.т.в} = 1,7$  м

Для определения минимальной скорости течения воды в канале необходимо знать расход бытовых вод, площадь живого сечения при пропуске бытовых вод.

$$\omega_{быт} = (b + m \cdot h_{быт}) \cdot h_{быт} = (1,8 + 1 \cdot 0,4) \cdot 0,4 = 0,88 \text{ м}^2.$$

Следовательно, минимальная скорость течения воды в канале составит:

$$V_{min} = 0,6 / 0,88 = 0,68 \text{ м/с}.$$

Обратимся к прил. 10 минимально допустимых скоростей. Сопоставление скорости  $V_{\min}$  с приведенными в приложении убеждает в отсутствии опасности заиления приустьевой части канала наносами. При скоростях течения воды в каналах, превышающих 0,18-0,20 м/с, исключается также возможность быстрого зарастания их гидрофитами.

Максимальная скорость течения воды в канале  $V_{\max}$  наблюдается при пропуске талых вод ( $Q_{\text{т.в. } 25\%} = 8,0 \text{ м}^3/\text{с}$ ). На графике (рис. 6) этому значению расхода соответствует глубина наполнения, равная 1,75 м, т.е. расход талых вод превышает пропускную способность канала и вода располагается выше бровок. В этом случае расчетный горизонт воды в канале ( $h_p$ ) берется равным  $T_{\text{уст.мк}}$ , т.е. при заполнении канала водой до бровок. Тогда площадь живого сечения  $\omega_{\text{т.в.}}$  будет равна

$$\omega = (b + m h_{p,\text{т.в.}}) h_{p,\text{т.в.}} = (1,8 + 1,0 \cdot 1,4) \cdot 1,4 = 4,48 \text{ м}^2.$$

В этом случае величина расхода талых вод берется из графика для Туст.мк. Таким образом, максимальная скорость течения воды при расходе талых вод  $Q_{\text{т.в.}} = 5,5 \text{ м}^3/\text{с}$  и живом сечении канала  $\omega = 4,48 \text{ м}^2$  составит

$$V_{\max} = Q_{\text{т.в.}} / \omega_{\text{т.в.}} = 5,5 / 4,48 = 1,23 \text{ м/с}.$$

При такой скорости течения, как это видно из прил. 11, дно и откосы будут подвергаться размыву (для торфа сфагнового, сильной степени разложения  $V_{\max} = 0,5-0,8 \text{ м/с}$ ).

Во избежание размыва грунта канала необходимо перепроектировать его продольный уклон в сторону уменьшения или покрыть дно и откосы материалом, выдерживающим данную скорость на размыв (прил. 12).

### 3.3. Поперечные профили каналов

После окончания расчетов должен быть выполнен поперечный профиль рассчитанного магистрального канала с указанием всех элементов канала, включая и условное изображение сточных воронок. Ширина канала по верху определяется по формуле

$$B = b + 2mT_{\text{пр.}} \quad (13)$$

Также выполняются поперечные профили остальных каналов по принятым параметрам. Профили вычерчиваются в масштабе 1:25 (см. рис. 1, 2).

## 4. Проектирование сооружений на осушительной сети

### 4.1. Гидротехнические сооружения

На лесомелиоративной системе могут быть запроектированы следующие группы сооружений:

– *подпорные сооружения* (шлюзы-регуляторы, перегораживающие сооружения) проектируются для создания временного подпора воды в каналах в целях увлажнения территории в засушливые периоды в противопожарных целях, а также для заполнения противопожарных водоемов. При создании временного подпора используют переносные щиты;

– *сопрягающие сооружения* (перепады, быстротоки) проектируются при наличии больших уклонов, когда возможно разрушение русла канала. При проектировании целесообразно воспользоваться типовыми конструкциями сопрягающих сооружений;

– *крепление* каналов проводят в тех случаях, когда участки канала подвергаются размыву или русло канала проходит в неустойчивых грунтах. В этом случае применяется крепление дерном, каменным мощением, фашинами, жердями и плетневой стенкой, пористыми железобетонными плитами;

– *мосты и трубы-переезды* проектируются на пересечении дорог общего пользования и лесохозяйственных дорог с водотоками и каналами. В местах вероятного прогона скота и прохода гусеничного транспорта проектируют *ложбины* и *броды-переезды*. На песчаных грунтах ложбины планируются съезды, а на глинистых и торфяных – дополнительное крепление съездов и дна канала камнем или деревянным настилом;

– *пешеходные мостики* устраиваются на пересечении троп с каналами, в устьях каналов, на участках каналов с глубокими торфами и на проводящих каналах не далее чем через 1 км друг от друга.

– *сточные воронки* проектируются через 500 м с верховой стороны магистрального канала.

В работе студентам следует описать те гидротехнические сооружения, которые есть в их проекте.

#### 4.2. Противопожарные и природоохранные мероприятия

Для уменьшения распространения пожаров и быстрой их ликвидации предусматривают:

а) устройство противопожарных трасс в виде уширенных просек вдоль каналов с проходящей по ним дорогой (или без нее);

б) устройство шлюзов на каналах осушительной сети для задержания воды в засушливые периоды;

в) устройство противопожарных водоемов;

г) устройство водопроводящих каналов от водоисточников к вершинам осушительных систем.

*Противопожарные водоемы* устраиваются в местах наибольшей пожарной опасности на расстоянии 1 км один от другого вблизи дорог и квартальных просек. Наполнение водоемов производится из каналов проводящей сети (транспортирующих собирателей) за счет вод, стекающих

непосредственно в водоем. При заполнении водоема из осушительного канала делается соединительная траншея глубиной 0,4-0,5 м и шириной по дну 0,4-0,5 м. Соединительную траншею под дорогой делают закрытой (железобетонная труба).

Водоемы проектируются полезной емкостью не менее 280-300 м<sup>3</sup>, средней глубиной воды не менее 1,5 м и глубиной мертвого уровня не менее 0,5 м.

Например, глубина собирателя к которому примыкает водоем  $T_{пр.соб} = 1,6$  м. При этом  $T_{пр.мк} = 1,9$  м.

По гидравлическим расчетам глубина воды в магистральном канале в меженный период (и наиболее пожароопасный) составляет  $h_{быт.в} = 0,4$  м.

В то же время в собирателе уровень воды составляет лишь 0,1 м. Значит, для того, чтобы воды в водоеме было не менее 1,5 м его надо проектировать глубиной

$$T_{вод} = T_{пр.соб} + (1,5 - 0,1) = 1,6 + 1,4 = 3,0 \text{ м.}$$

Водоем должен вмещать не менее 300 м<sup>2</sup>, следовательно необходимо рассчитать его размеры с учетом вычисленной глубины водоема.

Объем водоема рассчитывается по формуле

$$V = 2/9 S T_{вод},$$

отсюда выражаем площадь зеркала воды водоема

$$S = 9V/2T_{вод}.$$

В зависимости от формы водоема (круглый, квадратный, прямоугольный) и рассчитываются размеры водоема.

В курсовом проекте студентам необходимо запроектировать не менее трех противопожарных водоемов, рассчитав их параметры.

Технические мероприятия по охране природы заключаются в устройстве водопоев, бродов, разравнивании отвалов с последующим посевом кормовых трав или плодовых кустарников, а также в устройстве *отстойников-илоуловителей* в устьевых частях каналов, предназначенных для предотвращения выноса илистых частиц с осушенных площадей и загрязнения водоприемников. Отстойник-илоуловитель проектируется однокамерный в устье МК.

Отстойник представляет собой уширенную часть магистрального канала, расположенную в его устье. Отстойник должен иметь ширину в 2-4 раза шире магистрального канала (и по дну и по верху), глубину на 1-2 м больше. Длина отстойника-илоуловителя рассчитывается в зависимости от размеров осушаемой площади, из расчета на 100 га площади 100 м<sup>3</sup> воды.

Например, при параметрах магистрального канала

$$T_{пр.м.к} = 1,9 \text{ м,}$$

$$b = 1,8 \text{ м,}$$

$$B = 5,6 \text{ м.}$$



Можно принять следующие размеры отстойника.

$$T_{от} = 1,9 + 1 = 2,9 \text{ м,}$$

$$B_{от} = 1,8 \cdot 3 = 5,4 \text{ м,}$$

$$B_{от} = 5,6 \cdot 3 = 16,8 \text{ м.}$$

Поперечное сечение отстойника рассчитывается по формуле площади трапеции:

$$F_{от} = (b+B)/2 \cdot T_{от} = (5,4+16,8)/2 \cdot 2,9=32,19 \text{ м.}$$

При площади осушения, равной 900 га, объем отстойника должен составлять 900 м<sup>3</sup>.

Длина отстойника рассчитывается исходя из формулы

$$V_{от} = F_{от} \cdot l, \text{ отсюда } l=V_{от}/F=900/32,19=27,95\approx 28 \text{ м.}$$

В курсовом проекте необходимо описать устройство отстойника-илоуловителя и рассчитать его параметры.

Лесохозяйственные мероприятия по охране природы заключаются в лесовосстановлении и облесении вырубок, гарей, прогалин, песков, выростов торфяников.

Биотехнические мероприятия включают:

- улучшение естественных болотных ягодников нарезкой дренажных борозд через 10-20 м на глубину до 0,5 м, фрезерование поверхности, улучшение светового режима, разреживание древесно-кустарникового полога до полноты 0,5 и ниже, уничтожение конкурирующих трав;
- использование разровненных кавальеров для посева кормовых культур и посадки кустарников, имеющих кормовое значение;
- очистка отвалов, сложенных песчаными грунтами, для устройства порхалищ в местах обитания боровой дичи.

#### 4.3. Дорожная сеть

При проектировании дорог на объектах мелиорации необходимо выполнять следующие требования:

- дороги следует проектировать вдоль границ участков и осушительных каналов;
- по возможности не проектировать дороги на глубоких торфах с пересечением линий тока поверхностных и грунтовых вод;
- количество пересечений с водотоками и каналами должно быть минимальным;
- проектируемые дороги должны способствовать обеспечению противопожарной безопасности, ведению лесохозяйственного производства; обеспечивать проход тракторов, экскаваторов и лесохозяйственных механизмов;
- дороги должны проходить с низовой стороны каналов;

– возвышение бровок земляного полотна в зоне осушения над поверхностью земли при затруднительном водоотводе должно быть в пределах 0,7-0,8 м;

– в лесопарковой зоне кроме дорог проектируются пешеходные дорожки, устраиваемые разравниванием отвалов грунта каналов.

## **5. Производство гидrolесомелиоративных работ**

### **5.1. Гидролесомелиоративное производство**

Гидролесомелиоративное производство включает следующие основные процессы:

а) вынос проекта в натуру.

При выносе проекта в натуру проводится разметка всех осушительных каналов, включая разметку ширины трасс. Ширина разрубki трасс зависит от типа применяемой землеройной техники, схемы разработки грунта (продольная, поперечная), ширины канала по верху, ширины дорожного полотна.

При продольной разработке выемок малогабаритными экскаваторами (ТЭ-3М, Э-304В и др.) и разравнивании отвалов бульдозерами ширина разрубki складывается:

- из ширины канала по верху,
- ширины бермы,
- ширины отвала,
- ширины полосы от бровки до стены леса с верхней стороны канала (принимается в проекте 10-12 м). Для каналов, выполняемых канавокопателями, ширина разрубki трассы принимается 4-6 м;

б) трассоподготовительные работы: валка и трелевка леса на трассах каналов, корчевка пней.

Валка леса проводится только на размеченных трассах, здесь же проводится обрубка сучьев, и затем лес трелюется или складывается на площади.

Пни корчуются только на полосе канала, равной В. На остальной части трассы пни спиливаются заподлицо для прохода землеройной техники. В легких и средних условиях проходимости применяют корчеватели на тракторах болотной модификации. В тяжелых условиях – пни диаметром до 24 см корчуют экскаватором;

в) устройство каналов мелиоративной сети, регулирование водоприемников.

Для разработки грунта под каналы глубиной более 1 м применяют экскаватор типа Э-304 (при глубине торфа более 0,4 м), каналы менее 1 м глубиной разрабатываются канавокопателями ЛКА-2М, КМ-1400М, ЛКН-600 и др.;

г) устройство различных сооружений (шлюзов, мостов и т.д.);

д) устройство противопожарных водоемов и объектов природоохранного назначения.

## 5.2. Расчет объема работ и составление сметы затрат

В курсовой работе смета затрат составляется по укрупненным показателям для основных производственных процессов. Объемы трассоподготовительных и земляных работ, устройство сооружений рассчитываются после вычерчивания плана гидrolесомелиоративной сети.

Объем земляных работ по магистральному каналу определяют детально, по остальным каналам за отсутствием на них продольных профилей - упрощенно, путем умножения средней площади сечения канала на общую их длину.

Площадь поперечного сечения на каждом пикете (или в среднем для канала) определяется как площадь трапеции  $F$ ,  $m^2$ :

$$F = 0,5 (B + b) T_{пр}, \quad (14)$$

Объем выемки грунта  $W$ ,  $m^3$ , между каждой парой соседних пикетов

$$W = 0,5 (F_1 + F_2) l, \quad (15)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  – площадь поперечного сечения канала на двух соседних пикетах,  $m^2$ ;

$L$  – расстояние между пикетами (100 м).

На основании рассчитанной глубины канала на продольном профиле вычисляется объем земляных работ по магистральному каналу (табл. 6)

Таблица 6

Ведомость объема земляных работ по устройству магистрального канала,  $m = 1,0$

| ПК    | Тпр, м | Ширина канала, м |      | F, $m^2$ | Fср, $m^2$ | W, $m^3$ |
|-------|--------|------------------|------|----------|------------|----------|
|       |        | b                | B    |          |            |          |
| 0     | 1,90   | 1,80             | 5,60 | 7,03     |            |          |
| 1     | 1,91   | 1,80             | 5,62 | 7,09     | 7,06       | 706      |
| 2     | 1,90   | 1,80             | 5,60 | 7,03     | 7,06       | 706      |
| 3     | 1,90   | 1,80             | 5,60 | 7,03     | 7,03       | 703      |
| 4     | 1,90   | 1,80             | 5,60 | 7,03     | 7,03       | 703      |
| 5     | 1,87   | 1,80             | 5,54 | 6,86     | 6,94       | 694      |
| Итого |        |                  |      |          |            |          |

Для определения общего объема земляных работ по сети на плане суммарно измеряют длины каждого ранга каналов (осушителей, собирателей, нагорных каналов). Рассчитывают ширину по верху, площади поперечных сечений и составляют сводную ведомость земляных работ по всей осушительной сети (табл. 7).

Таблица 7

## Сводная ведомость объема земляных работ

| Наименование каналов              | Длина канала, м | Глубина канала, м | Ширина канала, м |   | Коэффициент откоса m | Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup> | Объем выемки, м <sup>3</sup> |
|-----------------------------------|-----------------|-------------------|------------------|---|----------------------|---|------------------------------|
|                                   |                 |                   | b                | B |                      |   |                              |
| Магистральный канал (из табл.6)   | -               | -                 | -                | - |                      | -   |                              |
| Транспортирующие собиратели       |                 | 1,60              |                  |   |                      |   |                              |
| <i>Итого по проводящей сети</i>   |                 |                   |                  |   |                      |   |                              |
| Осушители (1-п)                   |                 | 1,40              |                  |   |                      |   |                              |
| <i>Итого по регулирующей сети</i> |                 |                   |                  |   |                      |   |                              |
| Нагорные каналы                   |                 | 1,40              |                  |   |                      |   |                              |
| <i>Всего по системе</i>           |                 |                   |                  |   |                      |   |                              |

Для выполнения заданного объема работ необходимо определить потребное число механизмов исходя из следующей производительности за смену. Например, производительность экскаватора Э-325 – 150 м<sup>3</sup> за смену, канавокопателя ЛКА-2М – 700 м<sup>3</sup>. В году насчитывается 180-200 рабочих дней. Производительность работы и технические характеристики механизмов берут из справочной литературы [2]. В работе планируют сроки создания осушительной системы (обычно в зимний период), рассчитывают необходимое количество механизмов.

Располагая объемом работ по устройству мелиоративной сети, приступают к составлению сметы затрат (табл. 8).

Площадь под валку леса определяют умножением необходимой ширины трассы на длину каналов (см.табл. 7). Площадь под корчевку вычисляют умножением ширины канала по верху на длину каналов.

Также из гл. 4 берутся данные о наличии и количестве гидротехнических сооружений (мосты, пешеходные мостики, перепады и быстротоки, сточные воронки, противопожарные водоемы, отстойник, дороги пр.). В смете рассчитывается стоимость всех сооружений.

При подсчете объема прочих работ учитывают площадь, занятую всей осушительной системой.

Общую сумму затрат увеличивают в зависимости от коэффициента инфляции.

Для характеристики интенсивности осушительных работ определяют следующие параметры:

- стоимость осушения 1 га – разделив сумму всех затрат на площадь осушения;
- объем выемки грунта, приходящийся на 1 га осушаемой площади;

- степень канализованности (протяженность каналов в расчете на 1 га осушаемой площади).

Основные характеристики осушительной системы сводят в ведомость (прил. 13).

## 6. Оценка лесоводственной эффективности осушения

Осушением лесных земель обеспечивается:

- значительное повышение продуктивности лесов и улучшение их качественного состава;
- интенсификация лесозэксплуатации и производительности лесозаготовительных предприятий;
- создание благоприятных транспортных условий;
- прекращение роста и заболачивания сплошных вырубок;
- улучшение естественного и возможность искусственного возобновления леса;
- возможность использования воды, отводимой от осушаемого участка для питания прудов и орошения питомников;
- улучшение сенокосов и пастбищ;
- улучшение санитарно-гигиенических, эстетических и экологических условий в лесу.

Таблица 8

Сводная ведомость (смета) затрат на устройство  
гидролесомелиоративной системы (в ценах 1984 г.)

| Виды работ   | Единицы измерений  | Кол-во единиц | Стоимость, руб. |       |
|--|--------------------|---------------|-----------------|-------|
|  |                    |               | единицы         | общая |
| Трассоподготовительные работы:<br>валка леса бензопилой<br>корчевка пней   | га                 |               | 71              |       |
|  | га                 |               | 120             |       |
| Земляные работы по устройству:<br>магистральных каналов экскаватором<br>собирателей экскаватором<br>осушителей канавокопателем | 100 м <sup>3</sup> |               | 37              |       |
|  | 100 м <sup>3</sup> |               | 30              |       |
|  | 100 м <sup>3</sup> |               | 8               |       |
| Устройство водоема-илоотстойника объемом 500 м <sup>3</sup> , противопожарного водоема   | шт.                |               | 320             |       |
| Устройство пешеходных деревянных мостиков длиной 8 м   | шт.                |               | 270             |       |

## Окончание таблицы 8

| Виды работ   | Единицы измерений | Кол-во единиц | Стоимость, руб. |       |
|--|-------------------|---------------|-----------------|-------|
|  |                   |               | единицы         | общая |
| Устройство ж/б трубы-переезда отверстием 0,8 м<br>1,50 м         | шт.               |               | 1880            |       |
|  | шт.               |               | 4420            |       |
| Строительство сточных воронок открытого типа                     | шт.               |               | 64              |       |
| Строительство деревянного однопролетного моста на свайных опорах | шт.               |               | 2980            |       |
| Строительство дорог  | км                |               | 2500            |       |
| Прочие работы  | га                |               | 3,50            |       |
| <i>Итого</i>   |                   |               |                 |       |

Количественная оценка всей полезности осушительных мелиораций лесных земель довольно затруднительна. Поэтому в курсовой работе рассчитывается только лесоводственная эффективность осушения.

Увеличение прироста в результате осушения вычисляют по таблицам хода роста осушенных древостоев [3,4]. Подбирается раздел соответствующего типа леса для соответствующей породы и выписываются значения текущего прироста до и после осушения в первое и второе десятилетия осушения.

К величине дополнительного прироста берутся два поправочных коэффициента: по области коэффициент учета климатических условий, второй коэффициент определяется в зависимости от породы и полноты древостоя.

Расчеты дополнительного прироста ведут сначала на каждый гектар, а потом для всей площади осушения (табл. 19).

Таблица 9

## Расчет лесоводственной эффективности осушения

| Прирост древесины за 1 год, м <sup>3</sup> /га     | За первое десятилетие | За второе десятилетие |
|--|-----------------------|-----------------------|
| После осушения                                     |                       |                       |
| До осушения  |                       |                       |
| Дополнительный                                     |                       |                       |
| Дополнительный за 10 лет, м <sup>3</sup> /га       |                       |                       |
| Дополнительный на всем осушаемом участке за 10 лет |                       |                       |
| Дополнительный на всем осушаемом участке за 20 лет |                       |                       |

Оценкой стоимости древесины, получаемой с площади до и после осушения, выявляется эффективность лесоосушения в денежном выражении.

Если поделить затраты на строительство осушительной системы на стоимость дополнительно получаемой древесины в результате осушения (в среднем за 1 год), то получим срок окупаемости затрат на лесоосушение (в годах). Этот срок в реальных условиях колеблется от 3 до 12 лет.

Федеральное агентство по образованию  
Уральский государственный лесотехнический университет  
Кафедра лесных культур и мелиораций  
«Гидротехнические мелиорации лесных земель»

## КУРСОВАЯ РАБОТА

### **«Осушение лесных земель Владимирской области»**

Преподаватель \_\_\_\_\_ (ФИО)  
Студент ЛХФ-31 \_\_\_\_\_ (ФИО)

Екатеринбург  
200\_\_



Уральский государственный лесотехнический университет

Кафедра лесных культур и мелиораций

Студент \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

**Задание**  
**для курсового проекта по осушению лесных земель**

- I. Область **Владимирская**
- II. Цель осушения – повышение производительности лесов
- III. Таксационная характеристика участка  
Преобладающая порода **Сосна**  
Возраст **IV класс**  
Бонитет **IVa класс**  
Полнота **0,6**  
Тип леса (условия местопроизрастания) **С сф.**
- IV. Характеристика почвогрунтов:  
глубина торфа **2,0 м**  
зольность **3 %**  
степень разложения торфа **55 %**  
подстилающий почвогрунт **Песок**
- V. Характеристика водосборной площади:  
лесистость **60 %**  
заболоченность **6 %**  
озерность **8%**  
площадь **20000 га**

### Приложение 3

Значение коэффициента  $C_V$  для некоторых районов страны

| Города, области  | $C_V$ |
|--|-------|
| Киров, Березняки, Пермь, Чебоксары, Ижевск   | 0,25  |
| Архангельск, Сыктывкар, Вологда, Калинин, Тула, Ярославль, Орел, Кострома, Иваново, Кемерово | 0,30  |
| Москва, Тамбов, Курск, Владимир  | 0,35  |
| Нижний Новгород, Рязань, Гомель, Пенза, Казань, Уфа, Томск, Екатеринбург                     | 0,40  |
| Иваново, Свердловская обл., Самара   | 0,50  |
| Тюмень   | 0,55  |
| Оренбург, Саратов  | 0,60  |
| Челябинск  | 0,70  |

### Приложение 4

Таблица отклонений ординат кривой обеспеченности Пирсона III типа от середины  $C_V = 1$  (по Фостеру-Рыбкину)  $\Phi_P \%$

| $C_s$ | Обеспеченность, % |      |      |      |      |       |       |       |
|-------|-------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
|       | 1                 | 3    | 5    | 10   | 25   | 50    | 75    | 99    |
| 0,5   | 2,68              | 2,08 | 1,77 | 1,32 | 0,62 | -0,08 | -0,71 | -1,96 |
| 0,6   | 2,75              | 2,12 | 1,80 | 1,33 | 0,61 | -0,10 | -0,72 | -1,88 |
| 0,7   | 2,82              | 2,15 | 1,82 | 1,33 | 0,59 | -0,12 | -0,72 | -1,81 |
| 0,8   | 2,89              | 2,18 | 1,84 | 1,34 | 0,58 | -0,13 | -0,73 | -1,74 |
| 0,9   | 2,96              | 2,22 | 1,86 | 1,34 | 0,57 | -0,15 | -0,73 | -1,66 |
| 1,0   | 3,02              | 2,25 | 1,88 | 1,34 | 0,55 | -0,16 | -0,73 | -1,59 |
| 1,1   | 3,09              | 2,28 | 1,89 | 1,34 | 0,54 | -0,18 | -0,74 | -1,52 |
| 1,2   | 3,15              | 2,31 | 1,91 | 1,24 | 0,52 | -0,19 | -0,74 | -1,45 |
| 1,3   | 3,21              | 2,34 | 1,92 | 1,34 | 0,51 | -0,21 | -0,74 | -1,38 |
| 1,4   | 3,27              | 2,37 | 1,94 | 1,34 | 0,49 | -0,22 | -0,73 | -1,32 |
| 1,5   | 3,33              | 2,39 | 1,95 | 1,33 | 0,47 | -0,24 | -0,73 | -1,26 |
| 1,6   | 3,39              | 2,42 | 1,96 | 1,33 | 0,46 | -0,25 | -0,73 | -1,20 |
| 1,7   | 3,44              | 2,44 | 1,97 | 1,32 | 0,44 | -0,27 | -0,72 | -1,14 |
| 1,8   | 3,50              | 2,46 | 1,98 | 1,32 | 0,42 | -0,28 | -0,72 | -1,09 |
| 1,9   | 3,55              | 2,49 | 1,99 | 1,31 | 0,40 | -0,29 | -0,72 | -1,04 |
| 2,0   | 3,60              | 2,51 | 2,00 | 1,30 | 0,39 | -0,31 | -0,71 | -0,99 |

Расстояние между осушителями (L, м) базового варианта  
при Кос = 1,00 Туст = 1,0 м

| Группа типов леса и лесорастительных условий  | Глубина слоя торфа, м | Подстилающий почвогрунт         | Расстояние, отвечающее максимальной |                |
|---|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------|
|   |                       |                                 | рентабельности                      | продуктивности |
| Низинный (евтрофный) тип заболачивания  |                       |                                 |                                     |                |
| Черноольшанники болотно-травяные, осоковые и таволговые (С <sub>4-5</sub> – Д <sub>4</sub> ,)   | 0,3-0,6               | Глины, суглинки                 | 175                                 | -              |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 210                                 | -              |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 230                                 | -              |
|   | 0,6-1,0               | Глины, суглинки                 | 190                                 | -              |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 220                                 | -              |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 240                                 | -              |
|   | Более 1,0             | Торф                            | 240                                 | -              |
| Сосняки, ельники, кедровники, лиственничники и смешанные насаждения болотно-травяные, осоково-сфагновые, (С <sub>4</sub> – С <sub>5</sub> ) | 0,3-0,6               | Глины, суглинки                 | 130                                 | 65             |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 145                                 | 75             |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 160                                 | 80             |
|   | 0,6-1,0               | Глины, суглинки                 | 140                                 | 65             |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 145                                 | 70             |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 150                                 | 70             |
|   | Более 1,0             | Торф                            | 150                                 | 75             |
| Безлесные низинные болота (С <sub>4-5</sub> )   | 0,3-0,6               | Глины, суглинки                 | 95                                  | 55             |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 105                                 | 60             |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 115                                 | 65             |
|   |                       | Глины, суглинки                 | 100                                 | 50             |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 105                                 | 55             |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 110                                 | 55             |
|   | Более 1,0             | Торф                            | 110                                 | 55             |

Продолжение прил. 5

| Группа типов леса и лесорастительных условий   | Глубина слоя торфа, м | Подстилающий почвогрунт         | Расстояние, отвечающее максимальной |                |
|--|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------|
|  |                       |                                 | рентабельности                      | продуктивности |
| Переходный (мезотрофный) тип заболачивания   |                       |                                 |                                     |                |
| Сосняки, ельники, кедровники, лиственничники и смешанные насаждения (осоково- и травянисто-сфагновые, В <sub>5</sub> ) | 0,3-0,6               | Глины, суглинки                 | 100                                 | 50             |
|  |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 110                                 | 55             |
|  |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 120                                 | 60             |
|  | 0,6-1,0               | Глины, суглинки                 | 120                                 | 60             |
|  |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 125                                 | 65             |
|  |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 130                                 | 65             |
|  | Более 1,0             | Торф                            | 120                                 | 60             |
| Ельники, кедровники, лиственничники и смешанные насаждения (долгомошниковые, В <sub>4</sub> )                          | 0,3-0,6               | Глины, суглинки                 | 100                                 | 50             |
|  |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 115                                 | 55             |
|  |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 125                                 | 60             |
|  | 0,6-1,0               | Глины, суглинки                 | 110                                 | 55             |
|  |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 120                                 | 60             |
|  |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 125                                 | 65             |
|  | Более 1,0             | Торф                            | 125                                 | 65             |
| Безлесные переходные болота (В <sub>5-6</sub> )  | 0,3-0,6               | Глины, суглинки                 | 75                                  | 35             |
|  |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 85                                  | 40             |
|  |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 95                                  | 45             |
|  | 0,6-1,0               | Глины, суглинки                 | 90                                  | 40             |
|  |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 95                                  | 45             |
|  |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 95                                  | 45             |
|  | Более 1,0             | Торф                            | 90                                  | 45             |

| Группа типов леса и лесорастительных условий  | Глубина слоя торфа, м | Подстилающий почвогрунт         | Расстояние, отвечающее максимальной |                |
|---|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------|
|   |                       |                                 | рентабельности                      | продуктивности |
| Верховой (олиготрофный) тип заболачивания   |                       |                                 |                                     |                |
| Сосняки сфагновые (А <sub>5</sub> )   | 0,3-0,6               | Глины, суглинки                 | 80                                  | 45             |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 100                                 | 50             |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 110                                 | 55             |
|   | 0,6-1,0               | Глины, суглинки                 | 105                                 | 50             |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 110                                 | 55             |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 115                                 | 55             |
|   | Более 1,0             | Торф                            | 110                                 | 55             |
| Соняки долгомошниковые (А <sub>4</sub> )  | 0,3-0,6               | Глины, суглинки                 | 130                                 | 70             |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 145                                 | 80             |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 160                                 | 85             |
|   |                       |                                 |                                     |                |
| Сосна по верховому болоту (А <sub>5</sub> – А <sub>6</sub> )                                  | 0,6-1,0               | Глины, суглинки                 | 80                                  | 40             |
|   |                       | Супеси и пески мелкозернистые   | 85                                  | 45             |
|   |                       | Пески средне- и крупнозернистые | 85                                  | 45             |
|   | Более 1,0             | Торф                            | 80                                  | 40             |
| Безлесные верховые болота пушицево-кустарничково-сфагновые (А <sub>5</sub> – А <sub>6</sub> ) | Более 1,0             | Торф                            | 60                                  | 30             |

*Примечания:* 1. При грунтово-напорном типе водного питания расстояние между осушителями уменьшают на 10-30 %.

2. При систематическом расположении осушителей расстояние между ними может меняться на  $\pm 10$  %.

Поправочные зональные коэффициенты  $K_{oc}$   
на базовое расстояние между осушителями

| Экономический район,<br>край, республика | $K_{oc}$ | Экономический район, край,<br>республика  | $K_{oc}$ |
|--|----------|---|----------|
| <b>СЕВЕРНЫЙ РАЙОН</b>                    |          | <b>ВОЛГО-ВЯТСКИЙ РАЙОН</b>                |          |
| Архангельская обл.                       | 0,68     | Нижегородская обл.                        | 0,95     |
| южная часть                              | 0,75     | Республика Марий Эл                       | 0,95     |
| Вологодская обл.:                        | 0,80     | Кировская обл.                            | 0,80     |
| западная часть                           | 0,85     | Республика Мордовия                       | 1,00     |
| северо-восточная часть                   | 0,77     | Чувашская Республика                      | 1,01     |
| Мурманская обл.                          | 0,70     |   |          |
| Республика Карелия:                      | 0,80     | <b>КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.</b>               | 1,09     |
| северная часть                           | 0,75     | <b>ЦЕНТРОАЛЬНО-<br/>ЧЕРНОЗЕМНЫЙ РАЙОН</b> |          |
| южная часть                              | 0,85     | Воронежская обл.                          | 1,20     |
| средняя часть                            | 0,80     | Курская обл.                              | 1,11     |
| Республика Коми                          | 0,75     | Липецкая обл.                             | 1,13     |
|  |          | Тамбовская обл.                           | 1,15     |
| <b>СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ<br/>РАЙОН</b>         |          | Белгородская обл.                         | 1,20     |
| Ленинградская обл.                       | 0,92     |   |          |
| Новгородская обл.                        | 0,90     | <b>УРАЛЬСКИЙ РАЙОН</b>                    |          |
| Псковская обл.                           | 1,00     | Курганская обл.                           | 1,00     |
|  |          | Оренбургская обл.                         | 1,22     |
| <b>ЦЕНТРАЛЬНЫЙ РАЙОН</b>                 |          | Пермская край                             | 0,81     |
| Брянская обл.                            | 1,08     | Свердловская обл.                         | 0,89     |
| Владимирская обл.                        | 0,94     | Челябинская обл.                          | 0,97     |
| Ивановская обл.                          | 0,91     | Удмуртская Республика                     | 0,85     |
| Калининская обл.                         | 0,92     | Республика Башкортостан                   | 0,99     |
| Калужская обл.                           | 1,02     |   |          |
| Костромская обл.:                        | 0,83     | <b>ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ<br/>РАЙОН</b>        |          |
| юго-западная часть                       | 0,85     | Республика Алтай                          | 0,83     |
| северо-восточная часть                   | 0,80     | Кемеровская обл.                          | 0,76     |
| Московская обл.                          | 1,01     | Новосибирская обл.                        | 0,78     |
| Орловская обл.                           | 1,05     | Омская обл.                               | 0,85     |
| Рязанская обл.                           | 1,04     | Томская обл.                              | 0,76     |
| Смоленская обл.                          | 0,99     | Тюменская обл.                            | 0,74     |
| Тульская обл.                            | 1,03     | южная часть                               | 0,98     |
| Ярославская обл.                         | 0,89     |   |          |
|  |          | <b>ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РАЙОН</b>              |          |
| <b>ВОСТОЧНО-СИБИРСКИЙ<br/>РАЙОН</b>      |          | Приморский край                           | 0,72     |
| Красноярский край                        | 0,73     | Хабаровский край                          | 0,74     |
| Иркутская обл.                           | 0,74     | Амурская обл.                             | 0,75     |
| Читинская обл.                           | 0,71     | Камчатский край                           | 0,70     |
| Республика Бурятия                       | 0,72     | Магаданская обл.                          | 0,70     |
| Республика Тыва                          | 0,71     | Сахалинская обл.                          | 0,74     |
|  |          | Республика Саха (Якутия)                  | 0,71     |

*Примечание.* Коэффициенты относятся к геометрическому центру указанных республик, краев, областей; для других частей этих территорий поправочный коэффициент находится путем интерполяции.

Поправочный коэффициент на базовое расстояние между осушителями  
в зависимости от грунтовых условий  
и установившейся глубины каналов

| Т уст. канала | Минеральный грунт и торф глубиной 0,3- 0,6 м подстилаемый |                        |        | Торф глубиной 0,6-1,0 м при врезании дна канала в грунт |                    |        | Торф     |            |          |
|---------------|---|------------------------|--------|---|--------------------|--------|----------|------------|----------|
|               | глиной и сугл.  | легким сугл. и супесью | песком | глиной и сугл.  | легк. сугл. и суп. | песком | низинный | переходный | верховой |
| 0,3           | 0,35  | 0,44                   | 0,48   | 0,12  | 0,13               | 0,15   | 0,14     | 0,13       | 0,12     |
| 0,4           | 0,46  | 0,53                   | 0,58   | 0,25  | 0,26               | 0,27   | 0,27     | 0,26       | 0,25     |
| 0,5           | 0,56  | 0,62                   | 0,68   | 0,37  | 0,39               | 0,41   | 0,41     | 0,40       | 0,39     |
| 0,6           | 0,65  | 0,70                   | 0,76   | 0,60  | 0,52               | 0,50   | 0,55     | 0,54       | 0,53     |
| 0,7           | 0,75  | 0,79                   | 0,84   | 0,65  | 0,66               | 0,66   | 0,67     | 0,66       | 0,65     |
| 0,8           | 0,84  | 1,87                   | 0,90   | 0,77  | 0,78               | 0,78   | 0,78     | 0,77       | 0,76     |
| 0,9           | 0,92  | 0,94                   | 0,96   | 0,89  | 0,90               | 0,91   | 0,91     | 0,90       | 0,88     |
| 1,0           | 1,00  | 1,00                   | 1,00   | 1,00  | 1,00               | 1,00   | 1,00     | 1,00       | 1,00     |
| 1,1           | 1,05  | 1,07                   | 1,09   | 1,07  | 1,10               | 1,12   | 1,07     | 1,07       | 1,07     |
| 1,2           | 1,09  | 1,14                   | 1,17   | 1,11  | 1,21               | 1,22   | 1,14     | 1,12       | 1,11     |
| 1,3           | 1,13  | 1,21                   | 1,25   | 1,14  | 1,29               | 1,30   | 1,20     | 1,17       | 1,15     |
| 1,4           | 1,16  | 1,26                   | 1,32   | 1,17  | 1,36               | 1,37   | 1,23     | 1,19       | 1,16     |
| 1,5           | 1,19  | 1,32                   | 1,39   | 1,18  | 1,41               | 1,45   | 1,25     | 1,21       | 1,17     |
| 1,6           | 1,22  | 1,37                   | 1,46   | 1,18  | 1,47               | 1,52   | 1,26     | 1,22       | 1,18     |
| 1,7           | 1,25  | 1,41                   | 1,52   | 1,19  | 1,51               | 1,59   | 1,27     | 1,22       | 1,18     |
| 1,8           | 1,29  | 1,45                   | 1,58   | 1,20  | 1,54               | 1,66   | 1,28     | 1,22       | 1,18     |

## Коэффициенты откосов каналов

| Вид грунта  | Для осушителей  | Для проводящих и оградительных каналов глубиной |            | Для водоприемников |
|---|---|---|------------|--------------------|
|   |   | 0,8-1,5 м                                       | более 1,5м |                    |
| Глина (фракции 0,005 мм более 33 %)   | 0,75 - 1,00   | 1,00 - 1,25                                     | 1,25       | 1,25 - 1,50        |
| Суглинок легкий   | 1,25-1,50   | 1,50  | 1,50-1,75  | 1,75-2,00          |
| средний   | 1,00-1,25   | 1,25  | 1,25-1,50  | 1,50-1,75          |
| тяжелый   | 1,00  | 1,00-1,25                                       | 1,25-1,50  | 1,50-1,75          |
| Супеси  | 1,50  | 1,50  | 1,50-1,75  | 1,75-2,00          |
| Песок мелкозернистый, насыщенный водой (фракции диаметром 0,05 мм менее 80 %) | Необходимо крепление подводной части со следующими коэффициентами откосов в верхней части |   |            |                    |
| Плывун  | 2,00  | 2,00-2,50                                       | 2,25-3,00  | 2,75-3,00          |
| Песок среднезернистый (фракции диаметром 0,25 мм менее 80 %)                  | 1,50  | 1,50-1,75                                       | 1,75-2,00  | 2,00-2,50          |
| Песок крупнозернистый   | 1,25-1,50   | 1,50  | 1,50-2,00  | 2,00-2,25          |
| Торф осоковый:  |   |   |            |                    |
| слабо разложившийся   | 0,50  | 0,50-0,75                                       | 0,75-1,00  | 1,00-1,25          |
| хорошо разложившийся  | 0,75  | 0,75-1,00                                       | 1,00-1,25  | 1,25-1,50          |
| Торф сфагновый:   |   |   |            |                    |
| слабо разложившийся   | 0,50  | 0,50-0,75                                       | 0,75-1,00  | 1,00-1,25          |
| хорошо разложившийся  | 0,75  | 0,75-1,00                                       | 1,00-1,25  | 1,25-1,50          |
| Торф древесный:   |   |   |            |                    |
| слабо разложившийся   | 1,00  | 1,00  | 1,00-1,25  | 1,25-1,50          |
| хорошо разложившийся  | 1,00-1,25   | 1,25-1,50                                       | 1,50-1,75  | 1,50-1,75          |

*Примечание.* При мощности слоя торфа более 50 % глубины канала допускается проектирование откосов по торфяному грунту, а при мощности слоя торфа до 50 % - по минеральному (за исключением песчаных грунтов, где откосы проектируются по подстилающему грунту при заглублении в него канала более чем на 25 см).



## Приложение 9

Значение коэффициента  $C$  по формуле академика Н.Н. Павловского

| R, м | n     |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|
|      | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 |
| 0,20 | 26,9  | 21,3  | 17,4  | 14,5  |
| 0,22 | 27,6  | 21,9  | 17,9  | 15,0  |
| 0,24 | 28,3  | 22,5  | 18,5  | 15,5  |
| 0,26 | 28,8  | 23,0  | 18,9  | 16,0  |
| 0,28 | 29,4  | 23,5  | 19,4  | 16,4  |
| 0,30 | 29,9  | 24,0  | 19,9  | 16,8  |
| 0,35 | 31,1  | 25,1  | 20,9  | 17,8  |
| 0,40 | 32,2  | 26,0  | 21,8  | 18,6  |
| 0,45 | 33,1  | 26,9  | 22,6  | 19,4  |
| 0,50 | 34,4  | 27,8  | 23,4  | 20,1  |
| 0,55 | 34,8  | 28,5  | 24,0  | 20,7  |
| 0,60 | 35,5  | 29,2  | 24,7  | 21,3  |
| 0,65 | 36,2  | 29,8  | 25,3  | 21,9  |
| 0,70 | 36,9  | 30,4  | 25,8  | 22,4  |
| 0,75 | 37,5  | 30,9  | 26,35 | 22,9  |
| 0,80 | 38,0  | 31,5  | 26,8  | 23,4  |
| 0,85 | 38,4  | 31,8  | 27,15 | 23,8  |
| 0,90 | 38,9  | 32,2  | 27,6  | 24,1  |
| 0,95 | 39,5  | 32,75 | 28,1  | 24,6  |
| 1,00 | 40,0  | 33,3  | 28,6  | 25,0  |
| 1,10 | 40,9  | 34,1  | 29,3  | 25,7  |
| 1,20 | 41,6  | 34,8  | 30,0  | 26,3  |

*Примечание.* Промежуточные значения скоростного коэффициента находятся интерполяцией.

## Приложение 10

Средние скорости, не допускающие заиления каналов

| Наносный грунт                                   | Минимальные допустимые скорости, м/с |
|--|--------------------------------------|
| Ил   | 0,10                                 |
| Песчаная пыль (диаметром 0,01-0,05 мм)           | 0,10 - 0,20                          |
| Песок мелкий (диаметром 0,05 - 0,10 мм)          | 0,25                                 |
| Песок средний и крупный (диаметром 0,1 - 2,0 мм) | 0,40-0,60                            |
| Торфяная буза                                    | 0,20                                 |

## Приложение 11

### Максимально допустимые скорости

| Грунты                                  | Максимальные скорости, м/с |
|---|----------------------------|
| Глина                                   | 0,75- 0,25                 |
| Песок (d = 1 -2 мм)                     | 0,60 - 0,75                |
| Песок (d = 0,5 мм)                      | 0,40 - 0,60                |
| Песок (d = 0,5 -0,1 мм)                 | 0,35 - 0,45                |
| Суглинок легкий                         | 0,60 - 0,90                |
| Суглинок средний                        | 0,65 - 1,00                |
| Суглинок тяжелый                        | 0,70 - 1,20                |
| Торф сфагновый, мало-разложившийся      | 1,2                        |
| То же, хорошо разложившийся             | 0,5 - 0,8                  |
| Торф осоковый и древесный разложившийся | 0,4 - 0,7                  |
| Гравий d = 2,5 - 5 мм                   | 0,8 - 1,0                  |

## Приложение 12

### Максимально допускаемые средние скорости течения воды для некоторых типов крепления откосов каналов

| Тип крепления        | Допускаемые средние скорости, м/с,<br>при средней глубине потока, м |     |     |
|----------------------|---|-----|-----|
|                      | 0,4   | 1,0 | 2,0 |
| Дерн плашмя          | 0,6   | 0,8 | 0,9 |
| Дерн в стенку        | 1,5   | 1,8 | 2,0 |
| Хворостяное покрытие | 1,8   | 2,2 | 2,5 |

Основные характеристики осушительной системы

|   |  |
|---|--|
| Площадь осушенного гидrolесомелиоративного фонда, га  |  |
| Протяженность отрегулированных водоприемников, км   |  |
| Протяженность каналов, км<br>В том числе:<br>проводящих (магистральи, собиратели)<br>регулирующих (осушители)<br>оградительных (нагорные, ловчие)   |  |
| Степень канализованности осушенного гидrolесомелиоративного фонда, м/га   |  |
| Протяженность дорожной сети, км   |  |
| Объем землеройных работ, тыс. м <sup>3</sup><br>В том числе на 1 га, м <sup>3</sup>   |  |
| Объем трассоподготовительных работ, га<br>В том числе:<br>разрубка трасс<br>корчевка трасс  |  |
| Сооружения на осушительной системе, шт.<br>В том числе:<br>мосты<br>трубы-переезды<br>пешеходные мостики<br>крепления, м <sup>2</sup>   |  |
| Затраты по уходу и содержанию осушительной системы, тыс. руб.   |  |
| Объем выполненных в порядке ведения лесного хозяйства на осушенных землях при эксплуатации осушительной сети, га<br>В том числе:<br>рубка леса, в том числе «по состоянию»<br>создание лесных культур |  |

## **Библиографический список**

1. Руководство по осушению лесных земель: Проектирование. М.: Союзгипролесхоз, 1986. Ч. 2. 100 с.
2. Руководство по осушению лесных земель: Приложения. М.: Союзгипролесхоз, 1986. Ч. 3. 114 с.
3. Сабо Е.Д., Иванов Ю.Н., Шатило Д.А. Справочник гидrolесомелиоратора / М: Лесн. пром-сть, 1981. 200 с.
4. Чиндяев А.С. Лесоводственная эффективность осушения болотных лесов Среднего Урала. Екатеринбург: УГЛТА, 1995. 186 с.



А.С. Чиндяев  
М.А. Маевская

# **ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

**ОСУШЕНИЕ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Екатеринбург  
2010